

(Translation)

**PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT**

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: April 23, 2003

Application Number: Patent Application No. 2003-118532

Applicant(s): OLYMPUS CORPORATION

March 19, 2004

Commissioner,

Japan Patent Office

Yasuo IMAI (seal)

Certificate No. 2004-3022780

レンズとして構成されている。また、各補正レンズは、フロントガラス側の面が平面に形成されている。

なお、図 3 では、便宜上、下側を補正レンズのフロントガラス側の面（平面）として示している。

【 0 0 6 5 】

図 3 (a), (b) に示す補正レンズ C L 1, C L 2 は、フロントガラスとは反対側の面が曲面に形成されている。また、補正レンズ C L 1, C L 2 は、夫々、歪み等の補正を適宜選択できるように、曲面形状の変化の度合いや、中心位置の面の傾き角が異なっている。曲面の周囲は枠状に形成されるとともに、反射を低減させるための黒塗りのコーティングが施されている（斜線部分）。

また、補正レンズ C L 1, C L 2 は、夫々、図 2 中、破線矢印方向で示した方向以外にも、前後を逆にしたり、横方向から保持部 H に挿入可能に形成されており、1 つの補正レンズで 4 通りの像の歪みや傾きの補正が可能となっている。

【 0 0 6 6 】

図 3 (c) に示す補正レンズ C L 3 は、フロントガラス側の面が平面に、フロントガラスとは反対側の面が縦方向、横方向ともに傾斜した楔状の面に形成されている。

図 3 (d) に示す補正レンズ C L 4 は、フロントガラス側の面が平面に、フロントガラスとは反対側の面が回折レンズ面に形成されている。

補正レンズ C L 4 の回折レンズ面は、図 1 に示した主光学系をなす光学部材 3 の光軸からずれた位置に中心を持つ同心円状の回折パターンが形成されている。

なお、補正レンズ C L 4 の回折レンズ面は、もちろん、シリンダリカルレンズ、トーリックレンズ、のような光学的な作用をする面として構成してもよい。

【 0 0 6 7 】

このように、実施例 1 に用いる補正レンズは、フロントガラスの形状の違いに応じて異なるフロントガラスを反射したときに生ずる像の歪みや傾きを補正できるように、回転非対称な光学作用を持つ光学面をもった種々の種類のレンズで構成できる。そして、具体的には、実施例 1 に用いる補正レンズは、シリンダリカルレンズ、トーリックレンズ、これらのレンズにさらに非球面成分を付加したレ

Practitioner's Docket No.: 061069-0309367
Client Reference No.: SPO-2597

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: TAKAHIRO AMANAI Confirmation No:

Application No.: Group No.:

Filed: April 21, 2004 Examiner:

For: IMAGING OPTICAL SYSTEM AND APPARATUS USING THE SAME

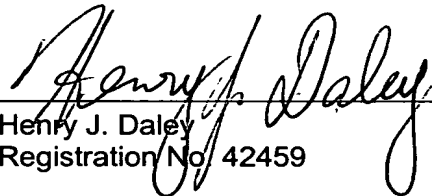
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
JAPAN	2003-118532	04/23/2003

Date: April 21, 2004
PILLSBURY WINTHROP LLP
P.O. Box 10500
McLean, VA 22102
Telephone: (703) 905-2000
Facsimile: (703) 905-2500
Customer Number: 00909


Henry J. Daley
Registration No. 42459

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 4月23日

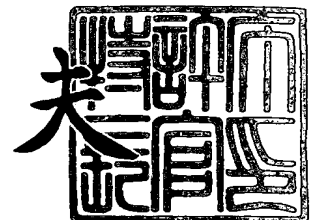
出願番号
Application Number: 特願2003-118532
[ST. 10/C]: [JP 2003-118532]

出願人
Applicant(s): オリンパス株式会社

2004年 3月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3022780

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00461

【提出日】 平成15年 4月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 13/22

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

 【氏名】 天内 隆裕

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

 【代表者】 菊川 剛

【代理人】

 【識別番号】 100065824

 【氏名又は名称】 篠原 泰司

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104983

 【氏名又は名称】 藤中 雅之

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 017938

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0116478

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 結像光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から順に、第 1 レンズとしての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、明るさ絞りと、第 2 レンズとしての像側に凸面を向けたメニスカスレンズと、第 3 レンズとしての像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、第 4 レンズとしての負レンズを配置して構成したことを特徴とする結像光学系。

【請求項 2】 前記第 4 レンズの少なくとも 1 面が非球面であり、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の結像光学系。

$$-2.0 < \phi_m / \phi_p < 0$$

但し、 ϕ_m は最大光線高の位置における第 4 レンズのパワー、 ϕ_p は近軸における第 4 レンズのパワーである。

【請求項 3】 前記第 3 レンズと前記第 4 レンズがプラスチックで構成され、次の条件式を満足することを特徴とする結像光学系。

$$15.0 < \nu_3 - \nu_4 < 40.0$$

但し、 ν_3 は第 3 レンズのアッベ数、 ν_4 は第 4 レンズのアッベ数である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は CCD や CMOS などの固体撮像素子等と組み合わせて用いられる結像光学系に関し、例えばデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話やパソコンに搭載される小型カメラ、監視カメラ等に利用できる結像光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、銀塩フィルムに代わり、CCD や CMOS のような固体撮像素子を用いて被写体を撮影するようにした電子カメラが普及してきている。このような電子カメラのうち、携帯型コンピュータや携帯電話等に搭載される撮像装置では特に

小型、軽量化が求められている。

【0 0 0 3】

このような撮像装置に用いる結像光学系としては、従来、レンズ枚数を1枚～2枚で構成したものがある。しかしながら、屈折面数が足りないため、軸上色収差と像面湾曲が両立せず高い性能は望めない。また、非球面形状をとることで、この問題を回避しようとする、偏心感度が大きくなり製造上困難である。

【0 0 0 4】

一方、このような撮像装置にCCD等の撮像素子を用いる場合、結像レンズ系から射出された軸外光束が像面に対してあまりに大きな角度で入射すると、マイクロレンズの集光性能が十分に発揮されない。そのため、画像の明るさが画像中央部と画像周辺部で極端に変化するという現象が生じてしまう。この現象はCCD等の撮像素子への入射角、つまり射出瞳位置に関係する。そのため、明るさ絞りの位置と、明るさ絞りと像面の間の光学系が非常に重要である。つまり、像面から極力離れた位置に絞りを配置することが望ましい。しかしながら、明るさ絞りと物体の間に光学系が存在しないと、パワー配置の対称性が悪くなる。その結果、ディストーションや倍率の色収差が発生してしまう。

【0 0 0 5】

これらの問題を考慮したものとしては、4枚のレンズを用いた構成がある。この構成では、物体側から第1レンズの前や、第1レンズと第2レンズの間に絞りを配置させている。このようなタイプの結像光学系の従来例としては、次の各特許文献に記載された光学系が知られている。

【0 0 0 6】

【特許文献1】

特開昭57-38409号公報

【特許文献2】

特開昭58-57106号公報

【特許文献3】

特開昭59-34508号公報

【特許文献4】

特開平9-258100号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1、3、4に記載されている光学系では、第2レンズとしての負レンズはいずれも両凹形状である。また、特許文献2に記載されている光学系では、第3レンズとしての正レンズが両凸形状である。そのため、これらの光学系では、いずれも絞り中心を向いていない屈折面が存在する。

【0008】

しかるに、このような絞り中心を向いていない屈折面が存在する構成では、レンズ間で偏心があると、その面での光線の入射位置と角度が大きく変化する。その結果、性能が著しく劣化する。言い換えると、高い光学性能を確保するためには、非常に高い組立精度が要求されるということである。このため、これらの特許文献に記載の光学系では、組立工数が増加し、低コストを達成することは困難である。

【0009】

また、特許文献1、2、3に記載されている光学系では、いわゆるシェーディングの考慮がされていない。そのため、撮像素子への周辺部における入射角度が大きく、中心に比べて周辺における明るさが不足している。

【0010】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は低コスト化、高性能化、小型化を同時に満たす結像光学系を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明による結像光学系は、物体側から順に、第1レンズとしての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、明るさ絞りと、第2レンズとしての像側に凸面を向けたメニスカスレンズと、第3レンズとしての像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、第4レンズとしての負レンズを配置して構成したことを特徴としている。

【0012】

また、本発明による結像光学系は、前記第4レンズの少なくとも1面が非球面であり、次の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$-2.0 < \phi_m / \phi_p < 0 \quad \dots(1)$$

但し、 ϕ_m は最大光線高の位置における第4レンズのパワー、 ϕ_p は近軸における第4レンズのパワーである。

【0013】

また、本発明による結像光学系は、前記第3レンズと前記第4レンズがプラスチックで構成され、次の条件式(2)を満足することを特徴としている。

$$15.0 < \nu_3 - \nu_4 < 40.0$$

但し、 ν_3 は第3レンズのアッベ数、 ν_4 は第4レンズのアッベ数である。

【0014】

【発明の実施の形態】

実施例の説明に先立ち、本発明のように構成した理由及び本発明の作用効果について説明する。

まず、結像光学系を構成するレンズ枚数について説明する。本発明の結合光学系は、性能と小型化を考慮して、上記のような第1、第2、第3、第4レンズの4枚レンズで構成した。ここで、結像光学系を構成するレンズの枚数を5枚以上にすれば、さらに性能が向上するのは明らかである。しかしながら、レンズが1枚増えると、レンズの厚さ、レンズの間隔、枠のスペースがその分増大し、光学系が大型化するのは避けられない。

また、本明細書の従来技術において述べたように、結像光学系を2枚以下のレンズで構成したのでは、軸上色収差の低減と像面湾曲の低減との両立が困難である。仮に、非球面を多用して性能を確保したとしても、偏心感度が大きくなり、製造上困難である。従って、本発明のように、結像光学系を4枚のレンズで構成するのが性能、大きさともに最適である。

【0015】

次に、結像光学系を用いる装置に、例えばCCDのような撮像素子を用いたとする。この場合、良好な集光性能を維持するためには、撮像素子への光線入射角度を小さくする必要がある。そこで、明るさ絞りを、像面から遠い位置に配置す

ることが望ましい。あるいは明るさ絞りの像を、像面から遠い形成することが望ましい。

また、広角な光学系においては、画面周辺部のディストーション及び倍率色収差の発生を低減させる必要がある。そのためには、光学系のパワー配置が対称になる位置に、明るさ絞りを配置させることが望ましい。

上記二つの理由から、本発明の結像光学系では、上記のように明るさ絞りの位置を第1レンズと第2レンズとの間に配置した。すなわち、本発明の結像光学系は、広角とテレセントリック性を重視した光学系として構成されている。

【0016】

また、本発明では、第1レンズを、物体側に正パワーの強い曲面を持つメニスカスレンズとした。このようにすると、第1レンズの主点位置を物体側に移動させることができ、全長短縮に有利となる。

また、本発明の結像光学系では、第1レンズを物体側に凸面を向けた正パワーを有するメニスカスレンズで、第2レンズ、第3レンズをともに像側に凸面を向けたメニスカスレンズで構成した。このように構成すれば、入射光線と射出光線とのなす角度、すなわち偏角を小さく保つことができ、各屈折面における収差の発生量を極力小さくすることができる。また、無偏心時における収差の発生量が小さいため、レンズの相対偏心時における性能変動についても極力小さくすることが可能となる。

【0017】

上述のように、本発明の結像光学系では、光学系の全長を小さくするために、第4レンズを負パワーのパワー配置として構成した。しかし、広角系において、最も像側のレンズが負パワーであると、次のような不都合が生じる。例えば、シェーディングを避けるために、入射角度が限定されるようなCCDを撮像素子として用いたとする。この場合、光線高が高い位置で、光線入射角度を小さくすることが出来なくなる。

そこで、最も像面側のレンズにおいて、少なくとも1面を非球面とする。そして、レンズ中心のパワーは負であっても、レンズ周辺のパワーを正にすれば、光線高の大きい位置での光線を光軸側に大きく屈折させることができる。その結果

、像面への光線入射角度を小さくすることが可能となる。

ゆえに、本発明の結像光学系では、前記最も像面側のレンズである第4レンズにおいて、次の条件式(1)を満足することが重要である。

$$-2.0 < \phi_m / \phi_p < 0 \quad \dots(1)$$

但し、 ϕ_m は最大光線高の位置における第4レンズのパワー、 ϕ_p は近軸における第4レンズのパワーである。

【0018】

条件式(1)の下限値を下回ると、近軸のパワーが弱くなりすぎて全長が長くなってしまう。もしくは、周辺の正パワーが大きくなりすぎ、著しく周辺性能が劣化してしまう。

一方、条件式(1)の上限値を上回ると、第4レンズ周辺の正パワーが小さくなりすぎ、像面への光線入射角の補正が不十分となってしまう。

【0019】

なお、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(1')を満足するのが良い。

$$-1.0 < \phi_m / \phi_p < 0 \quad \dots(1')$$

さらに、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(1'')を満足するのが良い。

$$-0.5 < \phi_m / \phi_p < 0 \quad \dots(1'')$$

【0020】

さらに、本発明の結像光学系を構成するレンズとして、プラスチックレンズを用いる。このようにすると、ガラスで構成した場合に比べて生産性が飛躍的に向上する。また、レンズ有効径の外側において、レンズ保持部材を設ける。そして、レンズ同士を嵌合させるようにすると、組立時の工数を削減でき低コスト化の面で有利である。

また、本発明の結像光学系では、次の条件式(2)を満足することが、第1レンズ、第2レンズで発生した色収差を補正するために重要である。

$$15.0 < \nu_3 - \nu_4 < 40.0 \quad \dots(2)$$

但し、 ν_3 は第3レンズのアッベ数、 ν_4 は第4レンズのアッベ数である。

条件式(2)の上限値を上回ると、第1レンズ、第2レンズで発生した色収差の補正が過剰となる。

一方、条件式(2)の下限値を下回ると、第1レンズ、第2レンズで発生した色収差の補正が不足となる。

【0021】

なお、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(2')を満足するのが良い。

$$20.0 < \nu_3 - \nu_4 < 35.0 \quad \dots(2')$$

さらに、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(2'')を満足するのが良い。

$$24.0 < \nu_3 - \nu_4 < 29.0 \quad \dots(2'')$$

【0022】

光学系の全長を小さくするためには、光学系全系の主点位置を物体側寄りに配置させることが必要である。従って、第1レンズのパワーが重要となってくる。そのため、本発明の結像光学系は、次の条件式(3)を満足するのが好ましい。

$$0.1 < r_1 f / f < 2.0 \quad \dots(3)$$

但し、 $r_1 f$ は第1レンズの物体側の曲率半径、 f は光学系全系の焦点距離である。

【0023】

条件式(3)の上限値を上回ると、第1面の曲率半径が緩くなり、正パワーの第1レンズの主点位置が像面側寄りになる。そうすると、全長を短縮するためには各レンズのパワーを強くしなければならず、性能を出すのが困難となる。

一方、条件式(3)の下限値を下回ると、全長短縮には有利である。ただし、第1面で発生する球面収差の補正が困難となる。

【0024】

なお、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(3')を満足するのが良い。

$$0.2 < r_1 f / f < 1.2 \quad \dots(3')$$

さらに、好ましくは、次の条件式(3'')を満足するのが良い。

$$0.3 < r1f/f < 0.9 \quad \dots(3'')$$

【0025】

本発明の光学系は、全長を短縮するために、第1レンズと第2レンズと第3レンズの合成パワーと、第4レンズにおける負のパワーにより、テレフォトタイプの光学系となっている。そこで、次の条件式(4)、(5)を満足するのが好ましい。この条件を満足すると、このテレフォトタイプの正パワーと負パワーの配置に対して、結像光学系の全長短縮と性能確保とをバランスよく達成させることができる。

$$0.5 < f123/|f4| < 3.0 \quad \dots(4)$$

$$1.0 < f/|f4| < 5.0 \quad \dots(5)$$

但し、 $f123$ は第1レンズと第2レンズと第3レンズの合成焦点距離、 $f4$ は第4レンズの焦点距離、 f は光学系全系の焦点距離である。

【0026】

条件式(4)、(5)を満足しないと、テレフォトタイプを構成する正のパワーと負のパワーとのバランスが崩れ、光学系の全長が増大し、或いは性能が劣化してしまう。

すなわち、条件式(4)、(5)の上限値を上回ると、テレフォトタイプを構成する負のパワーが弱くなるので、光学系の全長短縮に不利となる。

一方、条件式(4)、(5)の下限値を下回ると、テレフォトタイプを構成する負のパワーが強くなりすぎ、それに伴い正のパワーも強くしなければならない。その結果、各レンズで発生する収差が増大となり、性能を確保するのが困難となる。

【0027】

なお、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(4')、(5')を満足するのが良い。

$$0.7 < f123/|f4| < 2.0 \quad \dots(4')$$

$$1.2 < f/|f4| < 4.0 \quad \dots(5')$$

さらに、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(4'')、(5'')を満足するのが良い。

$$0.9 < f123/|f4| < 1.6 \quad \dots(4'')$$

$$1.5 < f / |f_4| < 3.0 \quad \dots(5'')$$

【0028】

本発明の結像光学系では、明るさ絞りを挟んで、第1レンズと、第2、3、4レンズとが配置されている。ここで、倍率色収差やディストーションを小さくするためには、軸外光線が明るさ絞りの中心位置に対して点対称に通ることが重要となる。

そのため、本発明の結像光学系は、次の条件式(6)を満足するのが好ましい。

$$0 < f_1 / f_{234} < 3.0 \quad \dots(6)$$

但し、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_{234} は第2レンズと第3レンズと第4レンズの合成焦点距離である。

【0029】

条件式(6)の上限値を上回るか、或いは下限値を下回ると、倍率色収差やディストーションが補正過剰、もしくは補正不足になってしまう。その結果、いずれの場合も周辺性能が悪化する。

【0030】

なお、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(6')を満足するのが良い。

$$0.2 < f_1 / f_{234} < 1.0 \quad \dots(6')$$

さらに、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(6'')を満足するのが良い。

$$0.4 < f_1 / f_{234} < 0.7 \quad \dots(6'')$$

【0031】

ところで、撮像素子にCCDを用いる場合、いわゆるシェーディングという現象がおきてしまう。これは、光学系から射出された軸外光束が像面に対してあまりに大きな角度で入射すると、画像中央部と画像周辺部で画像の明るさが変化してしまう現象である。一方、像面に対して小さい角度で入射させると、上記シェーディングの問題は軽減されるが、光学系の全長が大きくなってしまう。

そのため、本発明の結像光学系は、次の条件式(7)を満足するのが好ましい。

$$0.4 < EXP / f < 2.0 \quad \dots(7)$$

但し、EXP は像面からの射出瞳までの距離、f は結像光学系全系の焦点距離である。

条件式(7)の上限値を上回ると、結像光学系の全長が大きくなってしまう。

一方、条件式(8)の下限値を下回ると、CCD への入射角が大きくなりすぎ画像周辺部の明るさが低下してしまう。

【0 0 3 2】

なお、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(7')を満足するのが良い。

$$0.6 < EXP/f < 1.5 \quad \dots(7')$$

さらに、好ましくは、本発明の結像光学系は、次の条件式(7'')を満足するのが良い。

$$0.8 < EXP/f < 1.3 \quad \dots(7'')$$

【0 0 3 3】

【実施例】

以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

第 1 実施例

図 1 は本発明の結像光学系の第 1 実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図 2 は第 1 実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

第 1 実施例の結像光学系は、物体側から順に、第 1 レンズとしての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 と、明るさ絞り S と、第 2 レンズとしての像側に凸面を向けた、物体側の面が非球面の負メニスカスレンズ L 2 と、第 3 レンズとしての像側に凸面を向けた、像側の面が非球面の正メニスカスレンズ L 3 と、第 4 レンズとしての像側の面が非球面でレンズの中心のパワーが負で周辺のパワーが正の負レンズ L 4 とで構成されている。図中、I は撮像素子の撮像面である。

【0 0 3 4】

次に、第 1 実施例の結像光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

第 1 実施例では、全てのレンズがプラスチックで構成されている。用いている

プラスチックは、第1レンズと第3レンズはポリオレフィン系のゼオネックス、第2レンズと第4レンズはポリカーボネートである。

なお、第1実施例の数値データにおいて、屈折率、アッベ数はe線におけるものである。

また、非球面形状は、光軸方向をz、光軸に直交する方向をyにとり、円錐係数をk、非球面係数をa、b、c、・・・としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+k)(y/r)^2\}^{1/2}] \\ + a y^4 + b y^6 + c y^8 + \dots$$

これらは、以下の各実施例においても共通である。

数値データ1

焦点距離: 4.6 mm、Fナンバー: 2.8、像高: 3.0 mm、
半画角: 33°

面番号	曲率半径	面 (又は空気) 間隔	屈折率	アッベ数
物体面	∞	∞		
1	2.95	0.87	1.5091	56.2
2	233.13	0.10		
3	絞り面	1.00		
4	非球面[1]	0.60	1.5839	30.2
5	-4.14	0.10		
6	-5.47	1.41	1.5091	56.2
7	非球面[2]	0.10		
8	9.20	0.70	1.5839	30.2
9	非球面[3]	0.63		
10	∞	1.50		
像面	∞			

【0035】

非球面[1]

曲率半径 -2.27

$k = 5.8166 \times 10^{-1}$

$$a = -2.9072 \times 10^{-2} \quad b = 3.2484 \times 10^{-2} \quad c = -3.8009 \times 10^{-3}$$

非球面[2]

曲率半径 -0.97

$$k = -2.9953 \times 10^{+0}$$

$$a = -4.7166 \times 10^{-2} \quad b = 1.0868 \times 10^{-2}$$

非球面[3]

曲率半径 1.31

$$k = -7.6191 \times 10^{+0}$$

$$a = -6.7292 \times 10^{-3}$$

【0 0 3 6】

第2実施例

図3は本発明の結像光学系の第2実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図4は第2実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

第2実施例の結像光学系は、物体側から順に、第1レンズとしての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1と、明るさ絞りSと、第2レンズとしての像側に凸面を向けた、物体側の面が非球面の負メニスカスレンズL2と、第3レンズとしての像側に凸面を向けた、像側の面が非球面の正メニスカスレンズL3と、第4レンズとしての像側の面が非球面でレンズの中心のパワーが負で周辺のパワーが正の負レンズL4とで構成されている。図中、Iは撮像素子の撮像面である。

【0 0 3 7】

次に、第2実施例の結像光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

第2実施例では、第1レンズがガラス、第2レンズと第3レンズと第4レンズがプラスチックで構成されている。用いているプラスチックは、第3レンズはポリオレフィン系のゼオネックス、第2レンズと第4レンズはポリカーボネートである。

数値データ2

焦点距離：4.6 mm、Fナンバー：2.8、像高：3.0 mm、

半画角: 3 3°

面番号	曲率半径	面 (又は空気) 間隔	屈折率	アッベ数
物体面	∞	∞		
1	3.78	0.78	1.7433	49.2
2	25.69	0.11		
3	絞り面	0.98		
4	非球面[1]	0.60	1.5839	30.2
5	-13.16	0.08		
6	-19.41	1.50	1.5091	56.2
7	非球面[2]	0.10		
8	10.28	0.80	1.5839	30.2
9	非球面[3]	0.56		
10	∞	1.50		
像 面	∞			

【 0 0 3 8 】

非球面[1]

曲率半径 -2.77

 $k = 7.8076 \times 10^{-1}$ $a = -2.1697 \times 10^{-2}$ $b = 2.7786 \times 10^{-2}$ $c = -3.9258 \times 10^{-3}$

非球面[2]

曲率半径 -1.05

 $k = -3.0607 \times 10^{+0}$ $a = -4.1942 \times 10^{-2}$ $b = 1.0402 \times 10^{-2}$

非球面[3]

曲率半径 1.43

 $k = -8.0802 \times 10^{+0}$ $a = -7.3101 \times 10^{-3}$

【 0 0 3 9 】

第 3 実施例

図 5 は本発明の結像光学系の第 3 実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図 6 は第 3 実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

第 3 実施例の結像光学系は、物体側から順に、第 1 レンズとしての物体側に凸面を向けた、両面が非球面の正メニスカスレンズ L 1' と、明るさ絞り S と、第 2 レンズとしての像側に凸面を向けた、両面が非球面の正メニスカスレンズ L 2' と、第 3 レンズとしての像側に凸面を向けた、両面が非球面の正メニスカスレンズ L 3' と、第 4 レンズとしての両面が非球面でレンズの中心のパワーが負で周辺のパワーが正の負レンズ L 4' とで構成されている。図中、I は撮像素子の撮像面である。

【0 0 4 0】

次に、第 3 実施例の結像光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

第 3 実施例では、全てのレンズがプラスチックで構成されている。用いているプラスチックは、第 1 レンズと第 2 レンズと第 3 レンズはポリオレフィン系のゼオネックス、第 4 レンズはポリカーボネートである。

数値データ 3

焦点距離：4. 7 mm、F ナンバー：2. 8、像高：3. 0 mm、

半画角：3 3°

面番号	曲率半径	面（又は空気）間隔	屈折率	アッベ数
物体面	∞	∞		
1	非球面[1]	1.22	1.5091	56.2
2	非球面[2]	0.10		
3	絞り面	0.63		
4	非球面[3]	1.18	1.5091	56.2
5	非球面[4]	0.05		
6	非球面[5]	1.46	1.5091	56.2
7	非球面[6]	0.10		
8	非球面[7]	0.50	1.5839	30.2
9	非球面[8]	0.44		

10 ∞ 1.32
像 面 ∞

【 0 0 4 1 】

非球面[1]

曲率半径 1.90
 $k = -3.7539 \times 10^{-1}$
 $a = 1.2801 \times 10^{-2}$ $b = 6.8695 \times 10^{-3}$

非球面[2]

曲率半径 5.28
 $k = 1.5098 \times 10^{+1}$
 $a = -3.2940 \times 10^{-3}$ $b = -2.5345 \times 10^{-2}$

非球面[3]

曲率半径 -1.51
 $k = 1.3544 \times 10^{+0}$
 $a = -2.1703 \times 10^{-2}$ $b = -6.3127 \times 10^{-3}$ $c = -8.1155 \times 10^{-3}$

非球面[4]

曲率半径 -1.49
 $k = -1.2296 \times 10^{+0}$
 $a = -3.3113 \times 10^{-3}$ $b = -1.1439 \times 10^{-2}$

非球面[5]

曲率半径 -4.39
 $k = 1.9660 \times 10^{+0}$
 $a = 9.3712 \times 10^{-3}$ $b = 2.7884 \times 10^{-3}$

非球面[6]

曲率半径 -1.13
 $k = -4.0965 \times 10^{+0}$
 $a = -3.0803 \times 10^{-2}$ $b = 5.7752 \times 10^{-3}$

非球面[7]

曲率半径 143.88

$$k = -3.5486 \times 10^{+19}$$

$$a = -1.7624 \times 10^{-3} \quad b = 1.5002 \times 10^{-4}$$

非球面[8]

曲率半径 1.42

$$k = -9.6398 \times 10^{+0}$$

$$a = -9.4524 \times 10^{-3} \quad b = 7.8945 \times 10^{-5}$$

【0 0 4 2】

第4実施例

図7は本発明の結像光学系の第4実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図8は第4実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

第4実施例の結像光学系は、物体側から順に、第1レンズとしての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1と、明るさ絞りSと、第2レンズとしての像側に凸面を向けた、両面が非球面の正メニスカスレンズL2'と、第3レンズとしての像側に凸面を向けた、両面が非球面の正メニスカスレンズL3'と、第4レンズとしての両面が非球面でレンズの中心のパワーが負で周辺のパワーが正の負レンズL4'とで構成されている。図中、Iは撮像素子の撮像面である。

【0 0 4 3】

次に、第4実施例の結像光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

第4実施例では、第1レンズがガラス、第2レンズと第3レンズと第4レンズがプラスチックで構成されている。用いているプラスチックは、第3レンズはポリオレフィン系のゼオネックス、第2レンズと第4レンズはポリカーボネートである。

数値データ4

焦点距離：4.6 mm、Fナンバー：2.8、像高：3.0 mm、

半画角：33°

面番号	曲率半径	面（又は空気）間隔	屈折率	アッペ数
物体面	∞	∞		
1	3.80	0.91	1.8061	40.9

2	14.15	0.21		
3	絞り面	1.14		
4	非球面[1]	0.95	1.5091	56.2
5	非球面[2]	0.05		
6	非球面[3]	1.58	1.5091	56.2
7	非球面[4]	0.20		
8	非球面[5]	0.50	1.5839	30.2
9	非球面[6]	0.61		
10	∞	0.88		
像 面	∞			

【 0 0 4 4 】

非球面[1]

曲率半径 -2.61

 $k = -6.9628 \times 10^{-1}$ $a = -2.0780 \times 10^{-2}$ $b = -2.1734 \times 10^{-2}$ $c = 1.0103 \times 10^{-2}$

非球面[2]

曲率半径 -2.10

 $k = -1.6740 \times 10^{+0}$ $a = 1.7428 \times 10^{-2}$ $b = -6.4850 \times 10^{-3}$

非球面[3]

曲率半径 -4.06

 $k = 2.2608 \times 10^{+0}$ $a = 3.0315 \times 10^{-2}$ $b = -1.4105 \times 10^{-3}$

非球面[4]

曲率半径 -0.88

 $k = -3.4614 \times 10^{+0}$ $a = -2.8465 \times 10^{-2}$ $b = 5.5681 \times 10^{-3}$

非球面[5]

曲率半径 62.03

$$k = -3.5486 \times 10^{+19}$$

$$a = -4.2958 \times 10^{-3} \quad b = 4.5975 \times 10^{-4}$$

非球面[6]

曲率半径 0.91

$$k = -6.3059 \times 10^{+0}$$

$$a = -1.3126 \times 10^{-2} \quad b = 4.0147 \times 10^{-4}$$

【0045】

なお、本発明の上記各実施例では少なくとも一部レンズをプラスチックで構成したが、プラスチックレンズをガラスレンズで構成してもかまわない。また、例えば、上記各実施例で用いる材料よりも屈折率の高いガラスを用いれば、さらに高性能な光学系にすることが可能である。また、特殊低分散ガラスを用いれば色収差の補正にとって有効である。また、レンズをプラスチックで構成する場合には、低吸湿材料を用いることにより、環境変化による性能の劣化を軽減し得る。

【0046】

また、上記各実施例において、ゴースト、フレア等の不要光をカットするために、明るさ絞り以外にフレア絞りを配置しても良い。フレア絞りは、上記各実施例の第1レンズの前、第1レンズと明るさ絞りとの間、明るさ絞りと第2レンズとの間、第2レンズと第3レンズとの間、第3レンズと第4レンズとの間、第4レンズと像面との間のいずれの場所に配置しても良い。

このフレア絞りとしての作用を持たせるためには、枠によりフレア光線をカットする方法を採用しても良いし、別の部材を設けることによって、フレア光線をカットする方法を採用してもよい。または、フレア絞りを光学系に直接印刷したり、塗装したり、シールなどを接着することにより構成しても良い。

また、フレア絞りの形状は、円形、楕円形、矩形、多角形、関数曲線で囲まれる範囲等、いかなる形状でもかまわない。

また、フレア絞りを設けることによって、有害光束をカットするだけでなく画面周辺のコマフレア等の光束をカットするようにしても良い。

また、各レンズに反射防止コートを行い、ゴースト、フレアを軽減するようにしてもかまわない。その場合、マルチコートにすると効果的にゴースト、フレア

を軽減できる。また、レンズ面やカバーガラスなどに、赤外カットコートを行っても良い。

【0047】

また、本発明の上記各実施例の結像光学系において、ピント調節を行うためにフォーカシングを行うように構成しても良い。フォーカシング方法としては、レンズ系全体の繰り出し、一部レンズの繰り出し、もしくは繰り込みのいずれを採用してもよい。

【0048】

また、本発明の上記各実施例の結像光学系において、画像周辺部の明るさ低下を、CCDのマイクロレンズをシフトすることにより軽減しても良い。例えば、各像高における光線の入射角に合わせてCCDのマイクロレンズの設計を変えても良い。また画像処理により画像周辺部の低下量を補正しても良い。

また、図示はしていないが、本発明の光学系は、フィルムやCCDを記録部材とするカメラ、あるいは携帯電話、携帯型情報入力端末等の光学装置に適している。よって、上記の光学系を備えた光学装置も、本発明として含まれる。

【0049】

次に、各実施例における条件式パラメータ計算値を表1に示す。

表1

	第1実施例	第2実施例	第3実施例	第4実施例
$\phi m / \phi p$	-0.11	-0.11	-0.05	-0.05
$v3 - v4$	26.0	26.0	26.0	26.0
$r1f/f$	0.64	0.82	0.40	0.82
$f123/ f4 $	0.97	0.94	1.12	1.52
$f/ f4 $	1.72	1.57	1.92	2.94
$f/f234$	0.60	0.57	0.51	0.47
EXP/f	1.20	1.18	1.07	0.92

【0050】

以上説明したように、本発明の結像光学系は、特許請求の範囲に記載された発明の他に、次のような特徴を備えている。

【0051】

(1) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の結像光学系。

$$0.1 < r1f/f < 2.0 \quad \dots(3)$$

但し、 $r1f$ は第 1 レンズの物体側の曲率半径、 f は光学系全系の焦点距離である。

【0052】

(2) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の結像光学系。

$$0.5 < f123/|f4| < 3.0 \quad \dots(4)$$

$$1.0 < f/|f4| < 5.0 \quad \dots(5)$$

但し、 $f123$ は第 1 レンズと第 2 レンズと第 3 レンズの合成焦点距離、 $f4$ は第 4 レンズの焦点距離、 f は光学系全系の焦点距離である。

【0053】

(3) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の結像光学系。

$$0 < f1/f234 < 3.0 \quad \dots(6)$$

但し、 $f1$ は第 1 レンズの焦点距離、 $f234$ は第 2 レンズと第 3 レンズと第 4 レンズの合成焦点距離である。

【0054】

(4) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の結像光学系。

$$0.4 < EXP/f < 2.0 \quad \dots(7)$$

但し、 EXP は像面から射出瞳までの距離、 f は結像光学系全系の焦点距離である。

【0055】

【発明の効果】

本発明の結像光学系によれば、製造誤差に対する性能劣化が少なく、小型化しても高性能な結像光学系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の結像光学系の第 1 実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 2】

第 1 実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図 3】

本発明の結像光学系の第 2 実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 4】

第 2 実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図 5】

本発明の結像光学系の第 3 実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 6】

第 3 実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図 7】

本発明の結像光学系の第 4 実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 8】

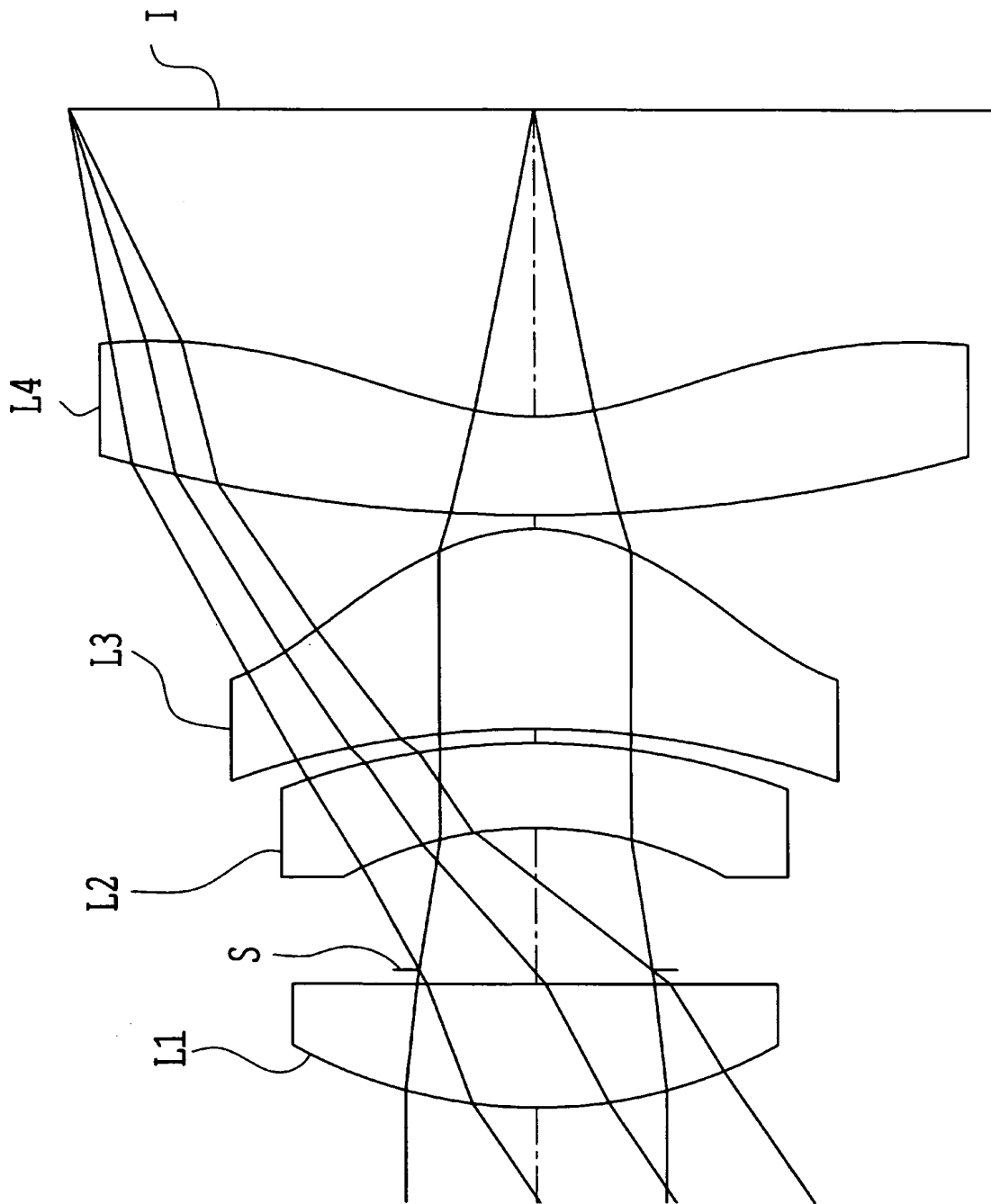
第 4 実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【符号の説明】

L 1, L 1'	正メニスカスレンズ (第 1 レンズ)
L 2	負メニスカスレンズ (第 2 レンズ)
L 2'	正メニスカスレンズ (第 2 レンズ)
L 3, L 3'	正メニスカスレンズ (第 3 レンズ)
L 4, L 4'	負メニスカスレンズ (第 4 レンズ)
S	明るさ絞り
I	撮像面

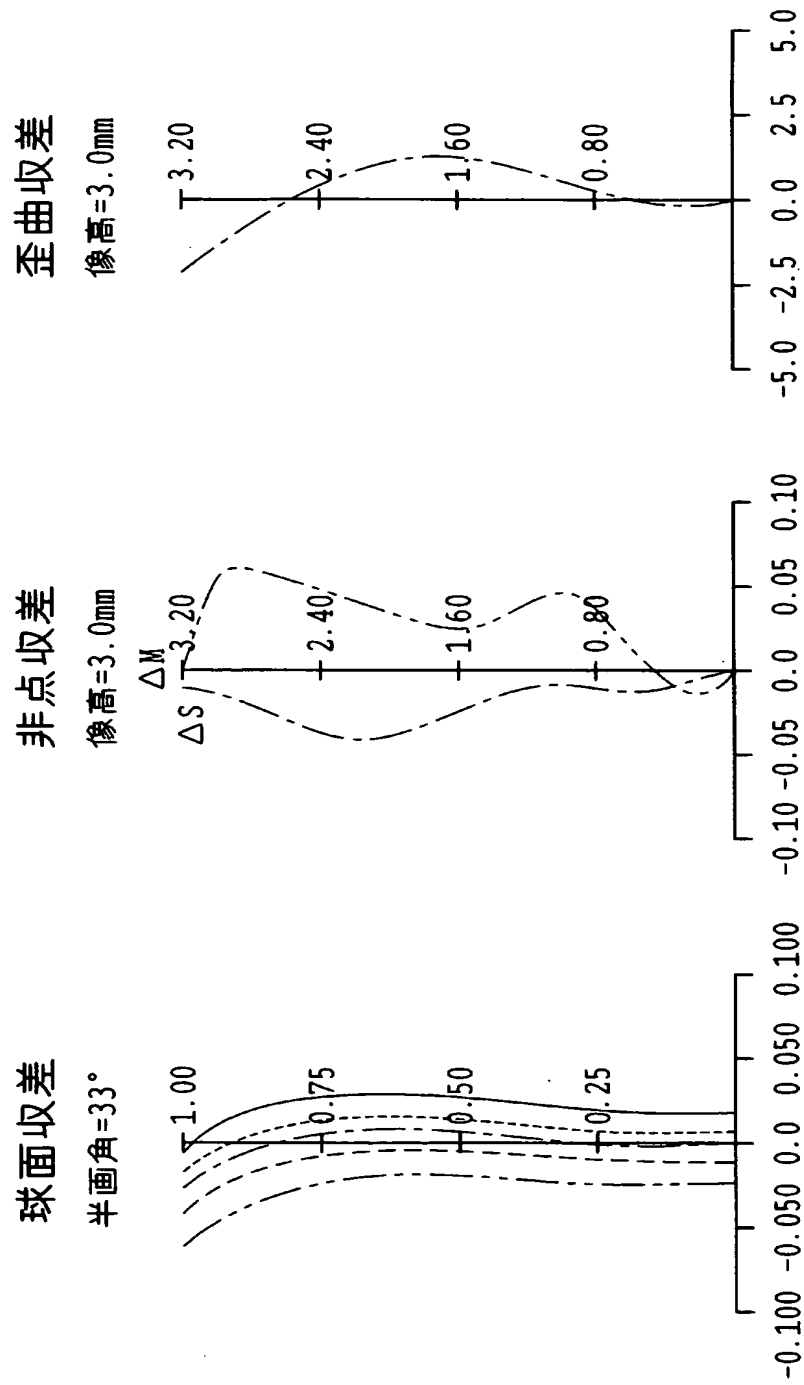
【書類名】 図面

【図 1】

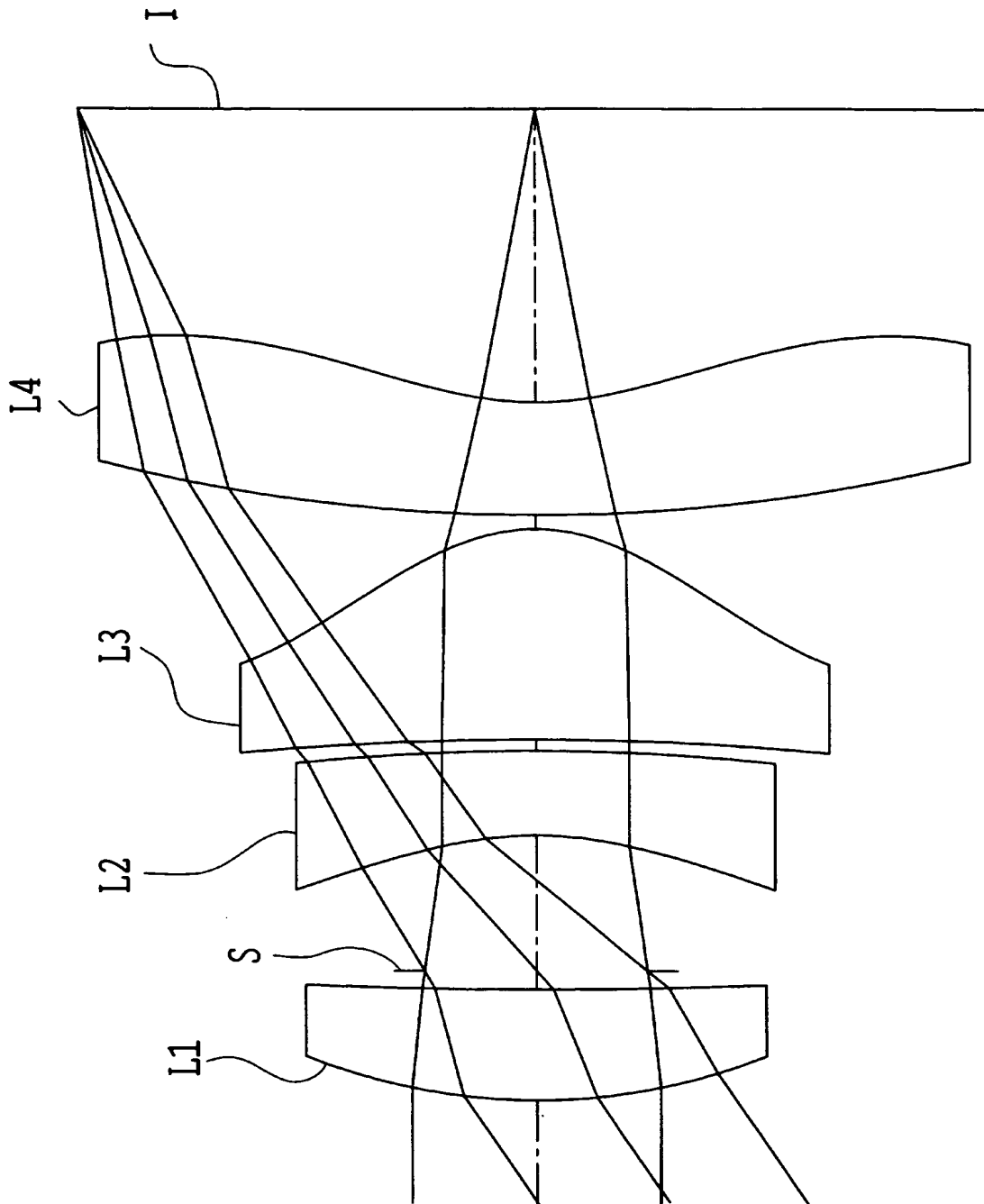


【図 2】

—— 656.2700NM
 ---- 587.5600NM
 —— 546.0700NM
 ---- 486.1300NM
 —— 435.8400NM

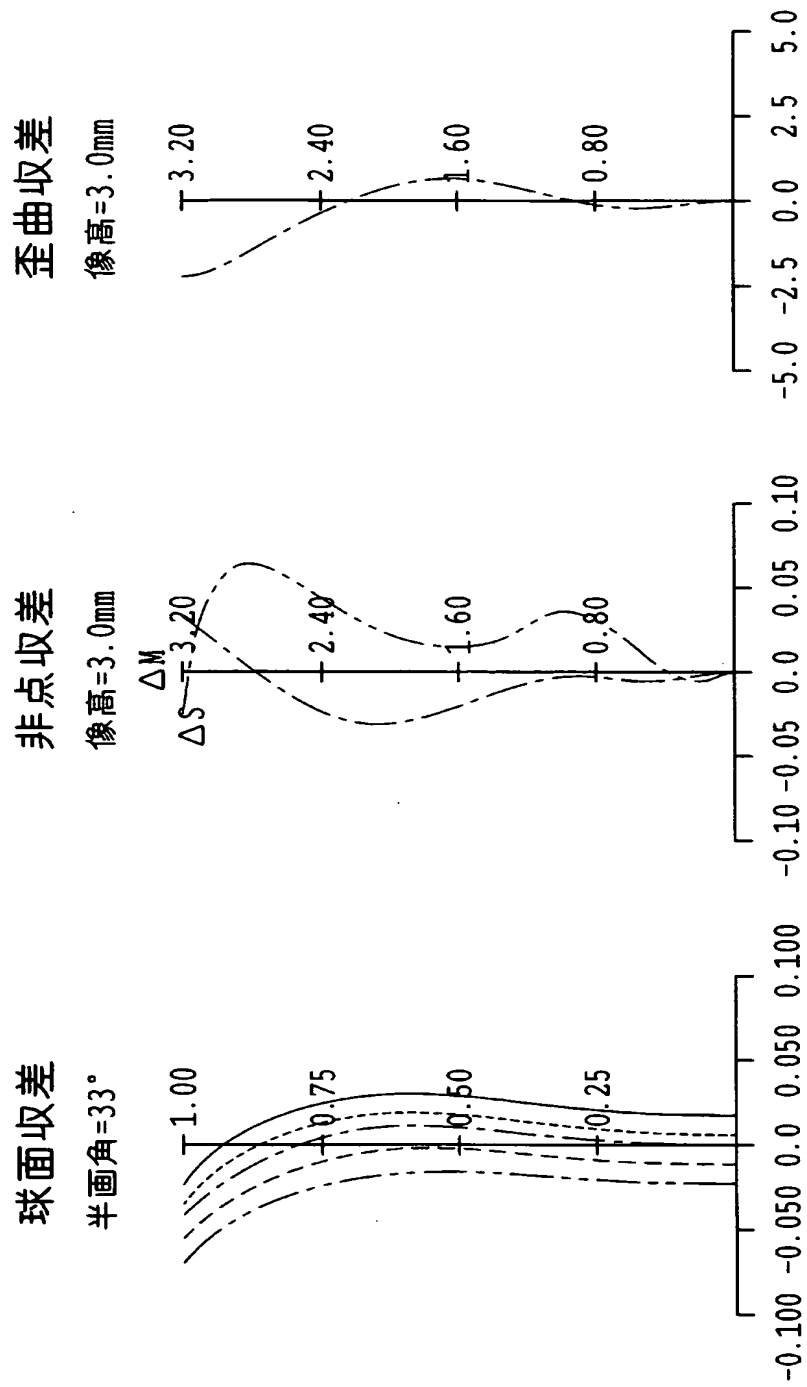


【図 3】

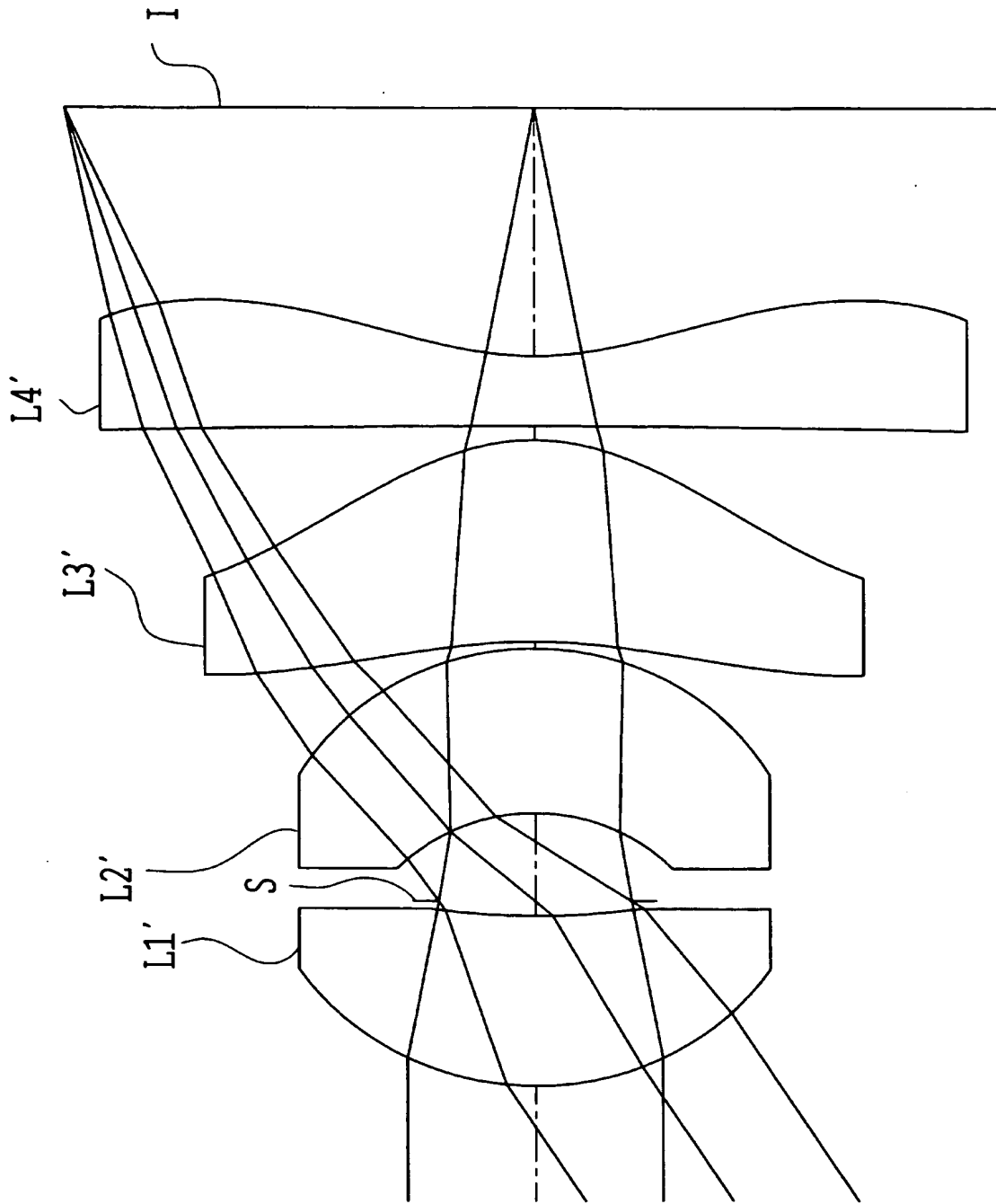


【図 4】

——	656.2700nm
- - - -	587.5600nm
——	546.0700nm
- - - -	486.1300nm
- - - -	435.8400nm

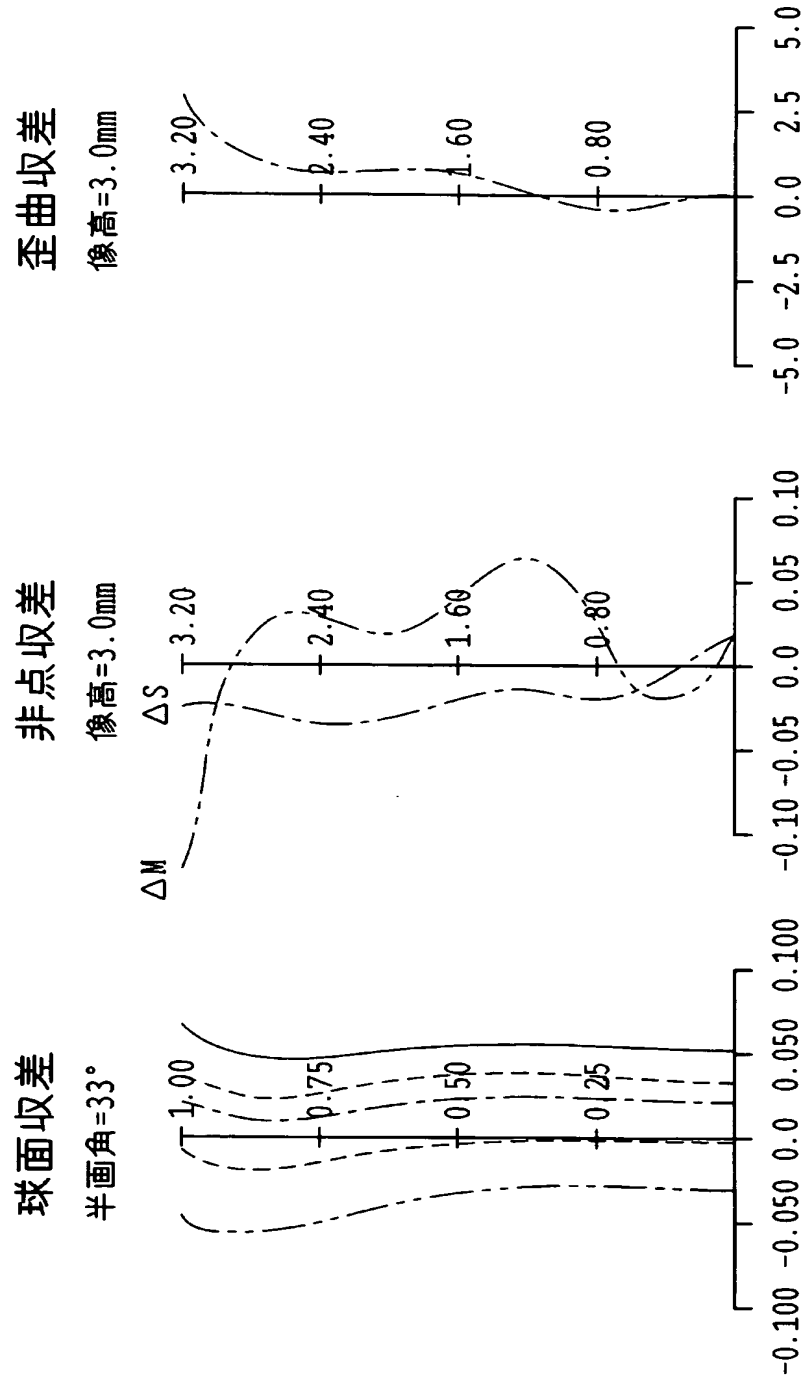


【図 5】

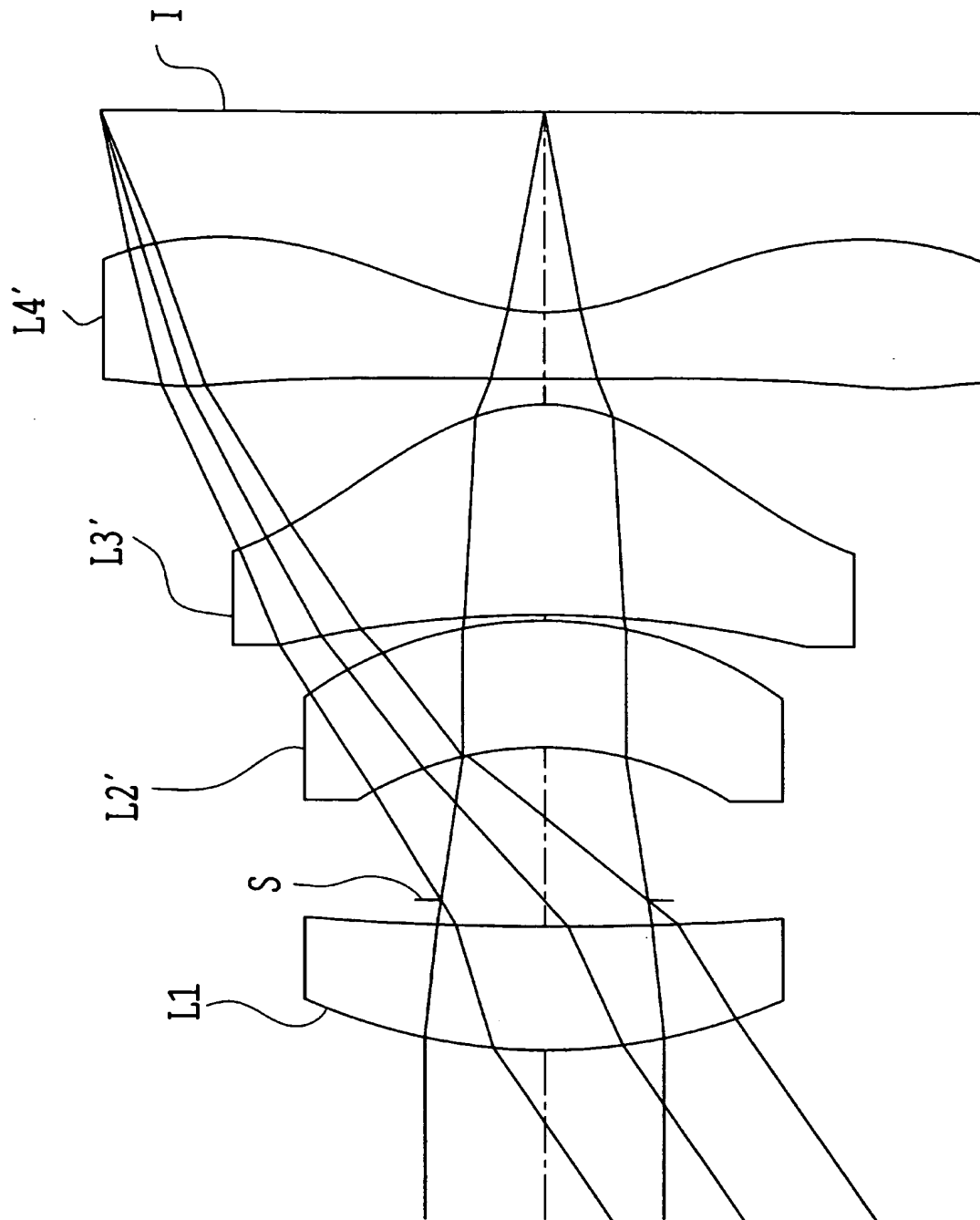


【図 6】

——	656.2700nm
- - - -	587.5600nm
——	546.0700nm
- - - -	486.1300nm
——	435.8400nm

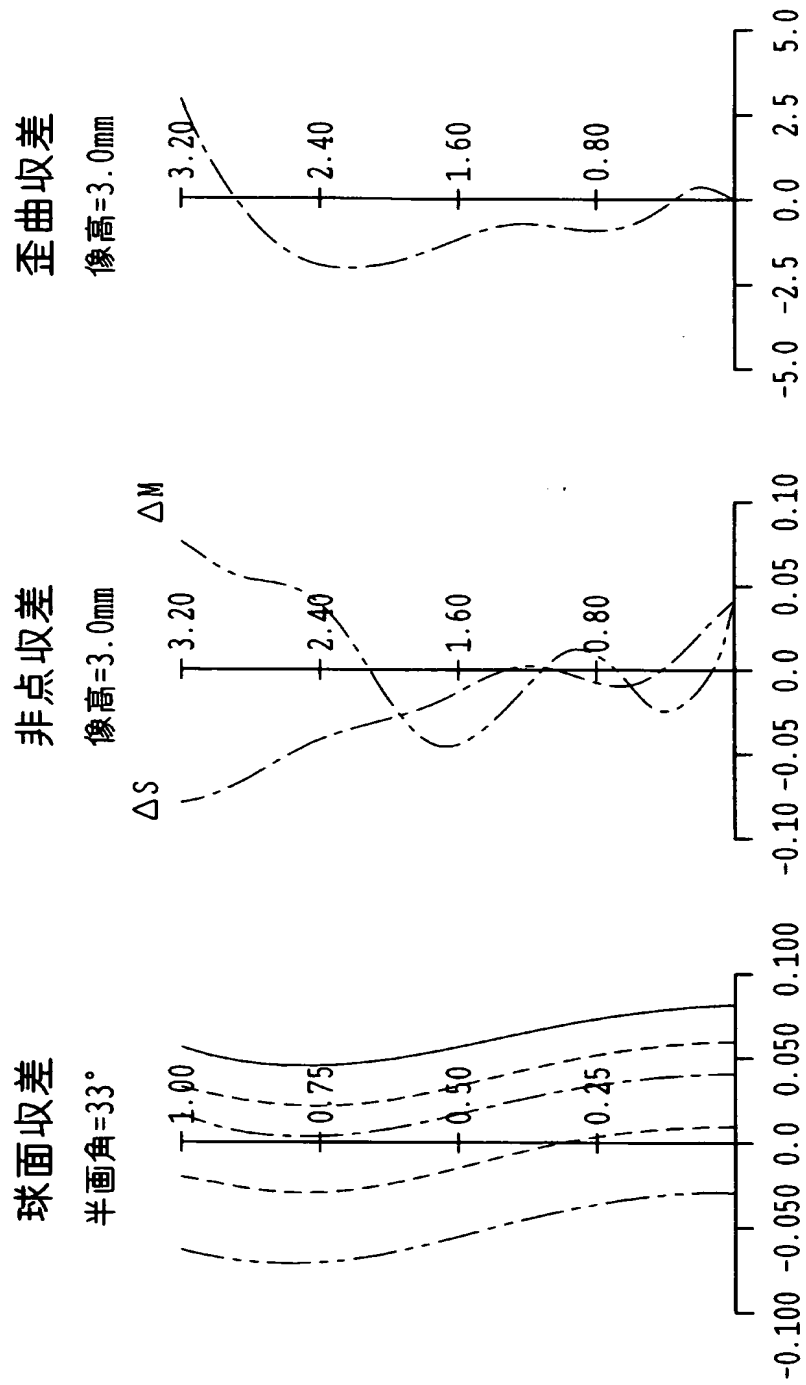


【図 7】



【図 8】

——	656.2700NM
----	587.5600NM
——	546.0700NM
----	486.1300NM
----	435.8400NM



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低コスト化、高性能化、小型化を同時に満たす結像光学系を提供する。

【解決手段】 物体側から順に、第1レンズとしての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1と、明るさ絞りSと、第2レンズとしての像側に凸面を向けたメニスカスレンズL2と、第3レンズとしての像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、第4レンズとしての負レンズL4を配置して構成されている。

第4レンズL4は少なくとも1面が非球面であり、次の条件式を満足する。

$$-2.0 < \phi_m / \phi_p < 0$$

但し、 ϕ_m は最大光線高の位置における第4レンズのパワー、 ϕ_p は近軸における第4レンズのパワーである。

第3レンズL3と第4レンズL4はプラスチックで構成され、次の条件式を満足する。

$$15.0 < \nu_3 - \nu_4 < 40.0$$

但し、 ν_3 は第3レンズのアッベ数、 ν_4 は第4レンズのアッベ数である。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 1 8 5 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 3 7 6]

- | | |
|----------|--------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 |
| 氏 名 | オリンパス光学工業株式会社 |
| | |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日 |
| [変更理由] | 名称変更 |
| 住 所 | 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 |
| 氏 名 | オリンパス株式会社 |